

Verfahren zum Betreiben eines Antriebssystems

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Antriebssystems für ein Kraftfahrzeug umfassend einen Verbrennungsmotor und eine elektrische Maschine, wobei eine Triebwelle des Verbrennungsmotors durch die elektrische Maschine beschleunigt werden kann.

Aus der Patentschrift EP 0 876 554 B1 ist ein Starter/Generator für einen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeuges bekannt, der eine elektrische Drehfeldmaschine umfasst, welche die Starter- und Generatorfunktion ausübt. Weiterhin kann die elektrische Maschine ein Beschleunigen und/oder Bremsen der Triebwelle des Verbrennungsmotors herbeiführen oder unterstützen, insbesondere um ein Fahrzeug zu beschleunigen bzw. abzubremsen und/oder um im Rahmen einer Anti-Schlupf-Regelung durch Bremsen des Verbrennungsmotors bzw. wenigstens eines Antriebsrades den Schlupf eines Antriebsrades zu verhindern. Außerdem kann die elektrische Maschine zur Verringerung von Drehungleichförmigkeiten der Triebwelle eingesetzt werden, indem sie ein schnell alternierendes gegenphasiges Drehmoment zu Kompensationszwecken erzeugt.

Bei kleinvolumigen Verbrennungsmotoren im Automobilbereich wird die aus dem reduzierten Hubvolumen resultierende Drehmomentabnahme häufig durch Aufladung, insbesondere mittels eines Abgasturboladers, kompensiert. Bei einem Abgasturbolader

dreht mit zunehmendem Abgasstrom die Turbine höher. Dies hat eine Erhöhung des Ladedruckes, d. h. des Druckes, mit dem Luft in den Brennraum des Verbrennungsmotors geschoben wird, zur Folge. Die Wirkung des Abgasturboladers ist aber bei tiefen Motordrehzahlen und Teillast durch die große Abgasspanne bzw. die niedrige Geschwindigkeit des Abgasstroms eingeschränkt. Daraus resultiert eine Anfahrschwäche insbesondere hubraumkleiner Verbrennungsmotoren (sogenanntes „Turboloch“). Der Einsatz von variabler Turbinengeometrie ist beim Ottomotor mit seinen hohen Abgastemperaturen, geometrischer Verbrennung schwer zu realisieren, zudem lässt sich dadurch das Anfahrmoment nur unwesentlich erhöhen. Lösungen mit elektrisch unterstützten Aufladesystemen bzw. elektrisch unterstütztem Abgasturbolader erfordern einen großen technischen Aufwand.

Insbesondere i. V. m. automatisierten Kupplungssystemen entstehen durch den geringen Wirkungsgrad des Abgasturboladers bei niedrigen Drehzahl erhebliche Totzeiten beim Anfahren des Fahrzeuges und bei Schaltvorgängen bis die Kupplung schließen kann. Hierbei wird davon ausgegangen, dass wie allgemein üblich ein Steuergerät, insbesondere ein Motor- und/oder Getriebesteuergerät, vorgesehen ist, welches die Motordrehzahl überwacht und ein vollständiges Schließen der Kupplung erst dann zulässt, wenn die Drehzahl einen bestimmten Grenzwert überschritten hat und auf diese Weise ein so genanntes „Abwürgen“ des Verbrennungsmotors nach dem Schließen der Kupplung nicht erfolgen kann. Um ein Abwürgen des Verbrennungsmotors zu verhindern, wird die Kupplung üblicherweise so lange schlupfend betrieben, bis die Drehzahl des Verbrennungsmotors einen genügend hohen Wert erreicht hat.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben eines Antriebssystems für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, wel-

ches zu kurzen Kupplungsschließzeiten insbesondere im niedrigen Drehzahlbereich führt.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass bei einer Einleitung eines Hochschaltvorgangs bzw. bei einem Hochschaltvorgang eine Leerlaufdrehzahl der Triebwelle durch die elektrische Maschine angehoben wird.

Als elektrische Maschine wird vorzugsweise ein bereits im Kraftfahrzeug vorgesehener Starter/Generator bzw. Motor/Generator, welcher insbesondere für den Stopp-/Start-Betrieb eingesetzt werden kann, verwendet. Die elektrische Maschine kann die Triebwelle über einen hierfür vorgesehenen Riemen antreiben. Sie kann aber auch direkt auf der Triebwelle angeordnet sein (so genannte integrierte Anordnung). Vorzugsweise wird eine elektrische Drehfeldmaschine, insbesondere eine Synchronmaschine, eine Asynchronmaschine oder eine Reluktanzmaschine eingesetzt.

Durch die unterstützende Beschleunigung der Triebwelle mittels der elektrischen Maschine kann eine Kupplung früher geschlossen werden, ohne dass ein „Abwürgen“ des Verbrennungsmotors erfolgt, da dank der zusätzlichen Beschleunigung die Drehzahl der Triebwelle früher die eingangs beschriebene Grenzdrehzahl der Triebwelle für das Schließen der Kupplung überschreitet. Eine Steuereinheit braucht somit die Kupplung weniger lange im Schlupfbetrieb zu halten als beim Betrieb ohne Leerlaufdrehzahlanhebung durch die elektrische Maschine. Ein Schließen der Kupplung kann entsprechend früher zulassen werden.

Vorteilhafterweise lassen sich daher die Kupplungsschließzeiten beim Anfahren und beim Schalten sowohl mit manuell betriebenen als auch mit automatisierten Kupplungs- und Schaltsystemen verkürzen. Dadurch lässt sich ein schnelleres und komfortableres Anfahr- und Schaltverhalten erreichen.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann vorteilhafterweise zum Ausgleich des so genannten, eingangs beschriebenen „Turbo-lochs“, welches seine Ursache in dem geringen Wirkungsgrad einer Abgasturboaufladung bei niedrigen Drehzahlen hat, eingesetzt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren kann jedoch auch bei höheren Drehzahlen eingesetzt werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und den anhand der Zeichnung nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispielen. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine unmaßstäblich-schematische Darstellung eines Antriebssystems und

Fig. 2 eine beispielhafte graphische Darstellung der sich mit und ohne Beschleunigungsunterstützung durch die elektrische Maschine ergebenden Verläufe fahrzeugrelevanter Größen über der Zeit.

Figur 1 zeigt ein Antriebssystem für ein Kraftfahrzeug, welches einen Verbrennungsmotor 1 und eine elektrische Maschine 6 umfasst. Dem Verbrennungsmotor 1 ist eine Triebwelle bzw. Kurbelwelle 4 zugeordnet, welche über eine Kupplung 3 mit einer Getriebewelle 5 eines Getriebes 2 verbindbar ist. Die elektrische Maschine 6 ist vorzugsweise an einem nicht näher bezeichneten Motorgehäuse angeordnet und kann die Triebwelle 4 des Verbrennungsmotors 1 über einen Riemen 7 antreiben. Zu-

sätzlich zum Verbrennungsmotor 1 kann somit die elektrische Maschine 6 die Triebwelle 4 in Rotationsbewegung versetzen bzw. beschleunigen und/oder abbrem sen. Die elektrische Maschine 6 wird vorzugsweise über eine nicht dargestellte Leistungselektronikeinheit, welche einen Umrichter bzw. einer Wechselrichter umfasst, und eine nicht dargestellte Steuereinheit mit elektrischer Energie versorgt und angesteuert. Bei der Steuereinheit kann es sich um ein separates Steuergerät handeln. Die Steuereinheit kann aber auch in ein bereits vorhandenes Steuergerät des Antriebssystems, beispielsweise ein Motorsteuergerät und/oder ein Getriebesteuergerät, integriert sein.

Wird für einen Schaltvorgang die Kupplung 3 geöffnet, so wird diese vorzugsweise erst dann wieder geschlossen, wenn die (Leerlauf-)Drehzahl der Triebwelle 4 einen ausreichenden Wert erreicht hat, so dass nach dem Schließen der Kupplung 3 die Triebwelle 4 nicht auf einen Wert abgebremst wird, bei dem ein so genanntes „Abwürgen“ des Verbrennungsmotors 1 erfolgen könnte. Mittels einer weiteren, nicht dargestellten Steuereinheit wird daher üblicherweise sichergestellt, dass die Kupplung 3 solange schlupfend betrieben wird, bis die Drehzahl der Triebwelle 4 einen ausreichend hohen Wert erreicht hat, bei dem ein „Abwürgen“ des Verbrennungsmotors 1 nach dem Schließen der Kupplung 3 nicht erfolgen kann. Bei dieser weiteren Steuereinheit kann es sich um ein separates Steuergerät handeln. Die weitere Steuereinheit kann aber auch in ein bereits vorhandenes Steuergerät des Antriebssystems, beispielsweise ein Motorsteuergerät und/oder ein Getriebesteuergerät und/oder ein Steuergerät zum Ansteuern der elektrischen Maschine, integriert sein.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Leerlaufdrehzahl der Triebwelle 4 mittels der elektrischen Maschine 6 bei der

Einleitung eines Hochschaltvorgangs bzw. bei einem Hochschaltvorgang auf einem Wert angehoben, der ein „Abwürgen“ des Verbrennungsmotors 1 nach dem Schließen der Kupplung 3 verhindert.

Insbesondere wenn ein nicht dargestellter Abgasturbolader zur Erhöhung des Ladedruckes eingesetzt wird, welcher bei niedriger Drehzahlen einen geringen Wirkungsgrad aufweist und somit in diesem Drehzahlbereich nur wenig zur Erhöhung der Drehzahl/des Drehmoments beitragen kann, kann durch das erfindungsgemäße Verfahren die Leerlaufdrehzahl angehoben und somit ein geringer Wirkungsgrad des Turboladers bei niedrigen Drehzahlen kompensiert werden.

Figur 2 zeigt beispielhaft Kurvenverläufe der Drehzahl der Triebwelle und einer Fahrzeuggeschwindigkeit über der Zeit, die sich mit und ohne Beschleunigungsunterstützung durch die elektrische Maschine einstellen. Die Zeit ist auf der Abzisse aufgetragen. Die Drehzahl ist auf der linken Ordinate und die Fahrzeuggeschwindigkeit ist auf der rechten Ordinate aufgetragen. Die Kurvenverläufe f_1 und f_2 sind Kurvenverläufe der Drehzahl, wobei sich der Drehzahlverlauf f_1 bei Beschleunigungsunterstützung durch die elektrische Maschine und der Drehzahlverlauf f_2 ohne Beschleunigungsunterstützung durch die elektrische Maschine 6 ergibt.

Die Kurvenverläufe f_3 und f_4 sind Kurvenverläufe der Fahrzeuggeschwindigkeit, wobei sich der Geschwindigkeitsverlauf f_3 bei Beschleunigungsunterstützung durch die elektrische Maschine und der Beschleunigungsverlauf f_4 ohne Beschleunigungsunterstützung durch die elektrische Maschine ergibt. Bei 0 Sekunden wird das Bremspedal gelöst. Zum Zeitpunkt t_1 wird Vollgas gegeben. Wird eine elektrische Maschine zur Antriebs-

unterstützung eingesetzt, so erfolgt diese elektrische Unterstützung ab dem Zeitpunkt t_1 .

Bis zum Zeitpunkt t_1 weisen die Drehzahlverläufe f_1 und f_2 ein ähnliches, nahezu konstantes Verhalten auf. Während jedoch der durch die Antriebsunterstützung der elektrischen Maschine bewirkte Drehzahlverlauf f_1 bereits zum Zeitpunkt t_1 ansteigt, erfolgt der Anstieg des Drehzahlverlaufs f_2 erst ca. 0,08 Sekunden später.

Entsprechend fährt das Kraftfahrzeug bei einer Antriebsunterstützung durch die elektrische Maschine bereits zum Zeitpunkt t_2 (siehe Geschwindigkeitsverlauf f_3) an, während das Kraftfahrzeug ohne Antriebsunterstützung durch die elektrische Maschine erst bei einem Zeitpunkt t_3 anfährt (siehe Geschwindigkeitsverlauf f_3), wobei t_2 kleiner als t_3 ist. Gemäß den Geschwindigkeitsverläufen f_3 und f_4 erreicht das Kraftfahrzeug mit Antriebsunterstützung durch die elektrische Maschine zu einem früheren Zeitpunkt eine höhere Geschwindigkeit als das Kraftfahrzeug ohne Antriebsunterstützung durch die elektrische Maschine.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Antriebssystems für ein Kraftfahrzeug umfassend einen Verbrennungsmotor (1) und eine elektrische Maschine (6), wobei eine Triebwelle (4) des Verbrennungsmotors durch die elektrische Maschine (6) beschleunigt werden kann,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass bei einem Hochschaltvorgang und/oder bei einer Einleitung eines Hochschaltvorganges eine Leerlaufdrehzahl der Triebwelle (4) durch die elektrische Maschine (6) angehoben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die elektrische Maschine (6) den Verbrennungsmotor (1) über einen Riemen (7) antreibt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass ein Abgasturbolader zur Erhöhung des Ladedrucks eingesetzt wird und dass mit dem Anheben der Leerlaufdrehzahl ein geringer Wirkungsgrad des Turboladers bei niedrigen Drehzahlen kompensiert wird.

1/2

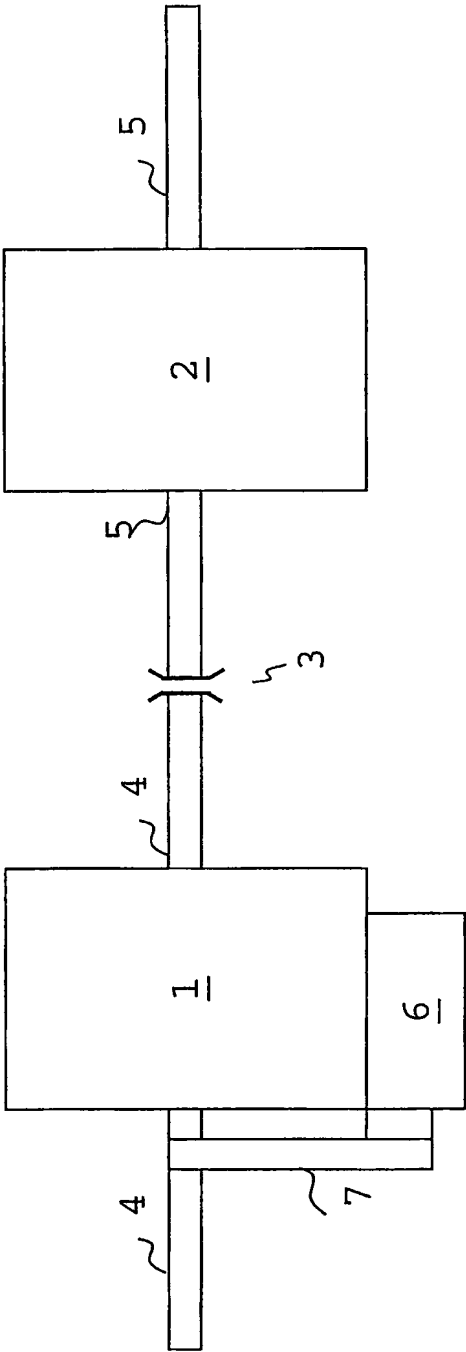


Fig. 1

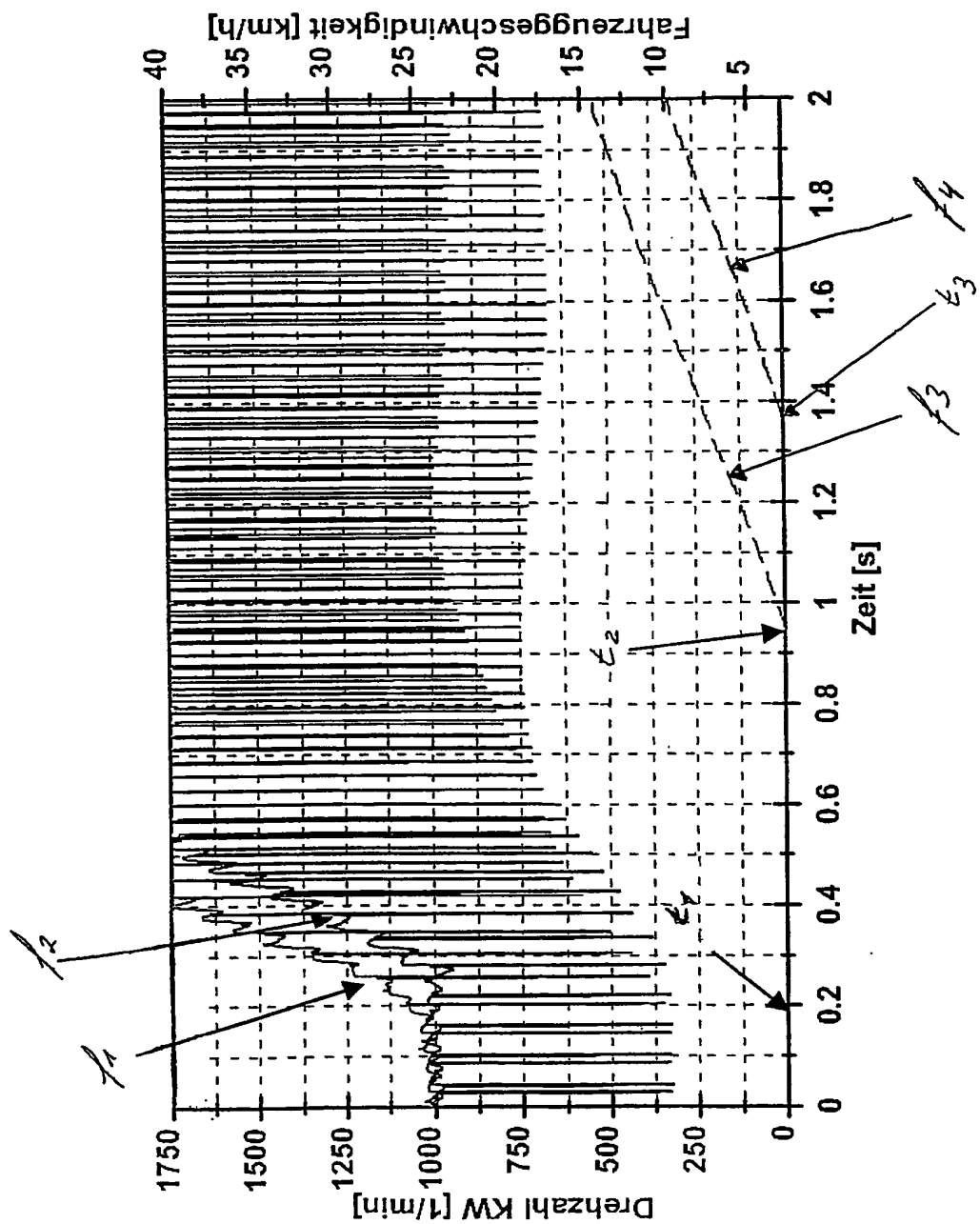


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/008239

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60K41/00 B60K6/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 195 32 129 A (CLOUTH GUMMIWERKE AG) 6 March 1997 (1997-03-06) claim 4	1
Y	-----	2,3
Y	EP 1 128 044 A (ISAD ELECTRONIC SYS GMBH & CO) 29 August 2001 (2001-08-29) column 5, line 19 - column 5, line 30	2
Y	DE 199 56 526 C (GRUENDL & HOFFMANN GMBH GES FU) 26 April 2001 (2001-04-26) claim 1	3



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 November 2004

Date of mailing of the international search report

22/11/2004

Name and mailing address of the ISA.

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kyriakides, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/008239

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19532129	A	06-03-1997	DE 19532129 A1	06-03-1997
			WO 9708008 A1	06-03-1997
			WO 9708438 A1	06-03-1997
			WO 9708456 A1	06-03-1997
			WO 9708439 A1	06-03-1997
			WO 9708440 A1	06-03-1997
			WO 9708477 A2	06-03-1997
			DE 59603588 D1	09-12-1999
			DE 59603591 D1	09-12-1999
			EP 0846065 A1	10-06-1998
			EP 0876554 A1	11-11-1998
			EP 0847487 A1	17-06-1998
			EP 0847489 A1	17-06-1998
			EP 0847490 A1	17-06-1998
			EP 0845088 A2	03-06-1998
			JP 11511225 T	28-09-1999
			JP 2002516057 T	28-05-2002
			US 6405701 B1	18-06-2002
EP 1128044	A	29-08-2001	DE 10008287 A1	06-09-2001
			EP 1128044 A2	29-08-2001
DE 19956526	C	26-04-2001	DE 19956526 C1	26-04-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008239

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B60K41/00 B60K6/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 195 32 129 A (CLOUTH GUMMIWERKE AG) 6. März 1997 (1997-03-06) Anspruch 4	1
Y	-----	2, 3
Y	EP 1 128 044 A (ISAD ELECTRONIC SYS GMBH & CO) 29. August 2001 (2001-08-29) Spalte 5, Zeile 19 - Spalte 5, Zeile 30	2
Y	DE 199 56 526 C (GRUENDL & HOFFMANN GMBH GES FU) 26. April 2001 (2001-04-26) Anspruch 1	3

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. November 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/11/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kyriakides, L

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008239

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19532129	A	06-03-1997	DE 19532129 A1	06-03-1997
			WO 9708008 A1	06-03-1997
			WO 9708438 A1	06-03-1997
			WO 9708456 A1	06-03-1997
			WO 9708439 A1	06-03-1997
			WO 9708440 A1	06-03-1997
			WO 9708477 A2	06-03-1997
			DE 59603588 D1	09-12-1999
			DE 59603591 D1	09-12-1999
			EP 0846065 A1	10-06-1998
			EP 0876554 A1	11-11-1998
			EP 0847487 A1	17-06-1998
			EP 0847489 A1	17-06-1998
			EP 0847490 A1	17-06-1998
			EP 0845088 A2	03-06-1998
			JP 11511225 T	28-09-1999
			JP 2002516057 T	28-05-2002
			US 6405701 B1	18-06-2002
EP 1128044	A	29-08-2001	DE 10008287 A1	06-09-2001
			EP 1128044 A2	29-08-2001
DE 19956526	C	26-04-2001	DE 19956526 C1	26-04-2001